

# OPTICAL RECORDING/REPRODUCING METHOD, AND OPTICAL RECORDING MEDIUM

**Publication number:** JP2004087073

**Publication date:** 2004-03-18

**Inventor:** KIKUKAWA TAKASHI; TOMINAGA JUNJI; SHIMA TAKAYUKI; TACHIBANA AKIHIRO; FUJI HIROSHI; KIN SHUKO

**Applicant:** TDK CORP; NAT INST OF ADV IND & TECHNOL; PIONEER ELECTRONIC CORP; SAMSUNG JAPAN CORP; SHARP KK

**Classification:**




- international: **G11B7/0045; G11B7/243; G11B7/00; G11B7/24; (IPC1-7): G11B7/24; B41M5/26**

- european: **G11B7/0045H; G11B7/242; G11B7/243; G11B7/257**

**Application number:** JP20030041921 20030219

**Priority number(s):** JP20030041921 20030219; JP20020183498 20020624

**Also published as:**

 EP1555666 (A1)  
 WO2004001735 (A1)  
 CN1672202 (A)

**Report a data error here**

## Abstract of JP2004087073

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To obtain a high reproduction output in all included recording marks and to realize high reproduction durability when recording/reproducing a recording mark string including recording marks smaller than a resolution limit or recording marks each having a dimension which is equal to or larger than the resolution limit but is close to the resolution limit.

**SOLUTION:** In the optical recording medium having a noble metal oxide layer, the noble metal oxide layer is deformed by decomposing a noble metal oxide to form the recording mark string. In the noble metal oxide layer wherein the recording mark string is formed, noble metal particles are irreversibly deposited and the deposited noble metal particles are irradiated with a reproducing layer beam to read the recording mark stream. When a wavelength of the reproducing laser beam is defined as  $[\lambda]$  and the number of openings in an optical laser beam irradiation system is defined as NA, the recording mark stream includes at least the recording marks of which a mark length is  $< 0.37[\lambda]/NA$ .

**COPYRIGHT:** (C)2004,JPO

Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-87073

(P2004-87073A)

(43) 公開日 平成16年3月18日(2004.3.18)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

G11B 7/24

B41M 5/28

FI

G11B 7/24 563A

G11B 7/24 511

G11B 7/24 534G

G11B 7/24 535F

G11B 7/24 538A

テーマコード(参考)

2H111

5D029

審査請求 未請求 請求項の数 8 OL (全 22 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2003-41921 (P2003-41921)  
 (22) 出願日 平成15年2月19日(2003.2.19)  
 (31) 優先権主張番号 特願2002-183498 (P2002-183498)  
 (32) 優先日 平成14年6月24日(2002.6.24)  
 (33) 優先権主張国 日本国(JP)

(71) 出願人 000003067  
 TDK株式会社  
 東京都中央区日本橋1丁目13番1号  
 (71) 出願人 301021533  
 独立行政法人産業技術総合研究所  
 東京都千代田区霞が関1-3-1  
 (71) 出願人 000005016  
 パイオニア株式会社  
 東京都目黒区目黒1丁目4番1号  
 (71) 出願人 500356706  
 日本サムスン株式会社  
 東京都中央区日本橋浜町2丁目31番1号  
 浜町センタービル

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光記録/再生方法および光記録媒体

## (57) 【要約】

【課題】 解像限界より小さい記録マーク、または、解像限界以上ではあるが解像限界に近い寸法をもつ記録マークを含む記録マーク列を記録/再生する際に、含まれる全ての記録マークにおいて高い再生出力が得られ、かつ、高い再生耐久性を実現する。

【解決手段】 貴金属酸化物層を有する光記録媒体に対し、貴金属酸化物の分解によって貴金属酸化物層を変形させることにより記録マーク列を形成する。記録マーク列が形成されている貴金属酸化物層において貴金属粒子を不可逆的に析出させ、析出した貴金属粒子に再生レーザービームを照射することにより記録マーク列を読み出す。再生レーザービームの波長を $\lambda$ 、レーザービーム照射光学系の開口数をNAとしたとき、記録マーク列は、マーク長が $0.37\lambda/NA$ 未満である記録マークを少なくとも含む。

【選択図】 なし

## 【特許請求の範囲】

## 【請求項1】

光記録媒体に対し、記録レーザービームを照射して記録マーク列を形成することにより記録を行い、開口数NAの光学系を用いて波長 $\lambda$ の再生レーザービームを照射して記録マーク列を読み出すことにより再生を行う方法であって、

光記録媒体は、貴金属酸化物を含有する貴金属酸化物層を有し、

記録マーク列は、貴金属酸化物の分解によって貴金属酸化物層が変形することにより形成されたものであり、マーク長が $0.37\lambda/NA$ 未満である記録マークを少なくとも含み

記録マーク列が形成されている貴金属酸化物層において貴金属粒子を不可逆的に析出させ、析出した貴金属粒子に再生レーザービームを照射することにより記録マーク列を読み出す光記録/再生方法。 10

## 【請求項2】

貴金属酸化物層に銀酸化物、白金酸化物およびパラジウム酸化物の少なくとも1種が含有される請求項1の光記録/再生方法。

## 【請求項3】

光記録媒体が、貴金属酸化物層を挟むように第1誘電体層および第2誘電体層を有する請求項1または2の光記録/再生方法。

## 【請求項4】

光記録媒体が金属および/または半金属を主成分とする光吸収層を有し、光吸収層と貴金属酸化物層とが第2誘電体層を挟むように存在する請求項3の光記録/再生方法。 20

## 【請求項5】

光吸収層が少なくともSbおよび/またはTeを含有する請求項4の光記録/再生方法。

## 【請求項6】

光記録媒体が第3誘電体層を有し、第3誘電体層と第2誘電体層とが光吸収層を挟むように存在する請求項4または5の光記録/再生方法。

## 【請求項7】

光記録媒体が金属および/または半金属を主成分とする反射層を有し、反射層と光吸収層とが第3誘電体層を挟むように存在する請求項6の光記録/再生方法。

## 【請求項8】

貴金属酸化物を含有する貴金属酸化物層を有し、前記貴金属酸化物が白金酸化物および/またはパラジウム酸化物である光記録媒体。 30

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

## 【発明の属する技術分野】

本発明は、光の回折によって決定される解像限界近傍およびこの解像限界よりも小さい寸法をもつ記録マークの記録および再生が可能な光記録/再生方法と、光記録媒体とに関する。

## 【0002】

## 【従来の技術】

通常、レーザービームを用いた再生方法では、光の回折によって決定される解像限界が存在する。この解像限界は、レーザービームの波長 $\lambda$ とレンズの開口数NAとによって決定される。カットオフ空間周波数は $2NA/\lambda$ なので、記録マークの長さ $l$ と、隣接する2つの記録マーク間にあるスペースの長さ $s$ とが同じである記録マーク列は、その空間周波数が $2NA/\lambda$ （ラインペア/nm）以下であれば読み取り可能である。この場合、読み取り可能な空間周波数に対応するマーク長（＝スペース長）は、

$$\lambda/4NA = 0.25\lambda/NA$$

となる。すなわち、配列ピッチ $0.5\lambda/NA$ 未満、マーク長 $0.25\lambda/NA$ 未満の記録マーク列を読み出して再生信号を得ることはできない。したがって、高密度に記録された信号を読み出すためには、 $\lambda$ を小さくする、および/または、NAを大きくすることが 50

有効であり、これらに関して多くの技術的検討が行われている。

【0003】

一方、解像限界をより小さくしようとする検討とは別に、解像限界より小さい記録マークを読み出すための技術として、様々な超解像再生技術が提案されている。超解像再生技術としては、たとえば、レーザー照射によって開口等を生じる機能を有する層を媒体内に設けることによって、媒体内で実質的にNAを高める技術が提案されている。

【0004】

また、たとえば非特許文献1(JPn. J. Appl. Phys. Vol. 39(2000) PP. 980-981)には、近接場光を利用した超解像技術が記載されている。この文献に記載されている光ディスクは、近接場光を用いて記録および再生が行われる。この光ディスクは、記録/再生光入射側から、ポリカーボネート基板、厚さ170nmのZnS-SiO<sub>2</sub>層、厚さ15nmのA<sub>9</sub>O<sub>x</sub>層(読み出し層)、厚さ40nmのZnS-SiO<sub>2</sub>層、厚さ15nmのGe<sub>2</sub>Sb<sub>2</sub>Te<sub>5</sub>層(記録層)および厚さ20nmのZnS-SiO<sub>2</sub>層をこの順で積層した構造をもつ。この光ディスクにおける記録層は、相変化材料であるGe<sub>2</sub>Sb<sub>2</sub>Te<sub>5</sub>からなる。そのためこの光ディスクでは、非晶質の記録層に結晶質記録マークを形成することになる。

【0005】

上記文献では、解像限界より小さい記録マークを記録し、記録後にA<sub>9</sub>O<sub>x</sub>層にレーザービームを照射することによって、A<sub>9</sub>O<sub>x</sub>をA<sub>9</sub>O<sub>2</sub>とに分解してA<sub>9</sub>アローブを生成し、このA<sub>9</sub>アローブの周囲に近接場光を発生させることにより、記録マークを読み出している。再生後にレーザービームが移動すると、A<sub>9</sub>およびO<sub>2</sub>は再びA<sub>9</sub>O<sub>x</sub>に戻る。すなわち、A<sub>9</sub>アローブの生成は可逆的である。実際にこの技術を用いることにより、レーザー波長λ=635nm、開口数NA=0.60の光学系(解像限界ビッチ530nm、解像限界マーク長265nm)を用い、マーク長200nmのマーク列の読み出しに成功している。このときの読み出しパワーは2.5mWであり、線速度は6.0m/sである。しかし、この超解像再生技術では、信号強度の尺度の一つであるcontrast to noise ratio(CNR)が小さく実用レベルではない。また、読み出し層にアローブを生成するための読み出しパワーが比較的大きいため、読み出し用のレーザービームの照射によって記録層の非マーク部のアモルファス相が結晶化しやすい。そのため、繰り返し読み出しにより記録マークが劣化する、すなわち再生耐久性が十分ではない、という問題を抱えている。

【0006】

【非特許文献1】

JPn. J. Appl. Phys. Vol. 39(2000) PP. 980-981

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

本発明の目的は、光の回折によって決定される解像限界より小さい記録マーク、または、解像限界以上ではあるが解像限界に近い寸法をもつ記録マークを含む記録マーク列を記録/再生する際に、含まれる全ての記録マークにおいて高い再生出力が得られ、かつ、高い再生耐久性を実現することである。

【0008】

【課題を解決するための手段】

上記目的は下記(1)～(8)の本発明によって達成される。

(1) 光記録媒体に対し、記録レーザービームを照射して記録マーク列を形成することにより記録を行い、開口数NAの光学系を用いて波長λの再生レーザービームを照射して記録マーク列を読み出すことにより再生を行う方法であって、

光記録媒体は、貴金属酸化物を含有する貴金属酸化物層を有し、

記録マーク列は、貴金属酸化物の分解によって貴金属酸化物層が変形することにより形成されたものであり、マーク長が0.37λ/NA未満である記録マークを少なくとも含み

10

20

30

40

50

記録マーク列が形成されている貴金属酸化物層において貴金属粒子を不可逆的に析出させ、析出した貴金属粒子に再生レーザービームを照射することにより記録マーク列を読み出す光記録／再生方法。

(2) 貴金属酸化物層に銀酸化物、白金酸化物およびパラジウム酸化物の少なくとも1種が含有される上記(1)の光記録／再生方法。

(3) 光記録媒体が、貴金属酸化物層を挟むように第1誘電体層および第2誘電体層を有する上記(1)または(2)の光記録／再生方法。

(4) 光記録媒体が金属および／または半金属を主成分とする光吸収層を有し、光吸収層と貴金属酸化物層とが第2誘電体層を挟むように存在する上記(3)の光記録／再生方法。

(5) 光吸収層が少なくともSbおよび／またはTeを含有する上記(4)の光記録／再生方法。

(6) 光記録媒体が第3誘電体層を有し、第3誘電体層と第2誘電体層とが光吸収層を挟むように存在する上記(4)または(5)の光記録／再生方法。

(7) 光記録媒体が金属および／または半金属を主成分とする反射層を有し、反射層と光吸収層とが第3誘電体層を挟むように存在する上記(6)の光記録／再生方法。

(8) 貴金属酸化物を含有する貴金属酸化物層を有し、前記貴金属酸化物が白金酸化物および／またはパラジウム酸化物である光記録媒体。

【0009】

【発明の実施の形態】

本発明の発明者らは、貴金属酸化物層を有する媒体において、貴金属酸化物層を記録層として用い、この層に解像限界より小さい微小な記録マークまたは解像限界より大きい解像限界に近い微小な記録マークを記録し、値以上の再生パワーで再生を行うことによって、超解像再生において高いCNRが得られ、かつ、高い再生耐久性が得られることを見いだした。

【0010】

図1(A)に、本発明の記録／再生方法が適用される光記録媒体の好ましい構成例を示す。この光記録媒体は、基板(図示せず)上に、第1誘電体層31、貴金属酸化物層4、第2誘電体層32、光吸収層5および第3誘電体層33をこの順で設けたものである。貴金属酸化物層4は $\text{Ag}_x\text{O}_y$  ( $x=1$ ) から構成し、光吸収層5は $\text{Ag-In-Sb-Te}$ 合金から構成し、誘電体層31、32、33は $\text{SiO}_2$  から構成してある。記録／再生のためのレーザービームは、基板を通して貴金属酸化物層4および光吸収層5に照射される。

【0011】

この媒体の特定の記録トラックに対し、開口数 $\text{NA}=0.60$ の光学系を用いて波長 $\lambda=635\text{nm}$ の記録レーザービームを照射することにより、配列ピッチ $400\text{nm}$ (マーク長 $200\text{nm}$ )の記録マーク列を記録した。記録レーザービームは、記録パワーレベル( $10\text{mW}$ )およびバイアスパワーレベル( $1\text{mW}$ )の2種のパワーレベルをもつように強度変調したものである。すなわち、記録パワーは $10\text{mW}$ とした。次いで、再生パワー $P_r$ を $1\text{mW}$ または $4\text{mW}$ として再生を行い、CNRを測定した。その結果、再生パワー $1\text{mW}$ ではCNRが得られなかったが、再生パワー $4\text{mW}$ で $41\text{dB}$ という高いCNRが得られた。この場合、解像限界ピッチが $530\text{nm}$ 、解像限界マーク長が $265\text{nm}$ なので、本発明により、超解像再生において従来にない高CNRが得られたことがわかる。

【0012】

図14(A)に示す媒体は、貴金属酸化物層4を $\text{PtO}_y$  ( $y=2$ ) から構成したほかは図1(A)に示す媒体と同じ構成である。この媒体に対し、記録パワーレベルを $10.5\text{mW}$ に変更したほかは図1(A)に示す媒体と同条件で記録を行い、CNRを測定した。その結果、再生パワー $1\text{mW}$ ではCNRが得られなかったが、再生パワー $4\text{mW}$ で $40\text{dB}$ 以上のCNRが得られた。

【0013】

10

20

30

40

50

再生パワー1 mWで再生した後の図1 (A) に示す媒体について、断面の透過型電子顕微鏡 (TEM) 写真を図1 (B) に示す。また、再生パワー4 mWで再生し、次いで、再生パワーを1 mWとして再び再生した後のこの媒体について、断面のTEM写真を図1 (C) に示す。また、再生パワー1 mWで再生した後の図14 (A) に示す媒体について、断面の透過型電子顕微鏡 (TEM) 写真を図14 (B) に示す。また、再生パワー4 mWで再生し、次いで、再生パワーを1 mWとして再び再生した後のこの媒体について、断面のTEM写真を図14 (C) に示す。これら各図に示す断面は、記録トラックとほぼ平行、すなわち記録マーク列とほぼ平行である。

#### 【0014】

図1 (B) から、記録前に  $\text{A}_9\text{O}_x$  層が存在していた領域に、記録ビーム照射により空洞が形成されたこと、この空洞の断面形状が周期的に変動しており、その変動周期が記録マークの配列ピッチの400 nmに対応していること、が明瞭に見て取れる。したがって、図1 (B) の空洞断面において、凸部（空洞の高さが相対的に大きい領域）が記録パワーレベルのレーザービームを照射した領域（記録マーク）に対応し、凹部（空洞の高さが相対的に小さい領域）がバイアスパワーレベルのレーザービームを照射した領域（スペース）に対応すると考えられる。また、空洞内には、 $\text{A}_9$  粒子40がわずかに析出している。また、光吸収層5は、記録前は非晶質であったが、記録後は、記録したトラックの全域で結晶化していた。

#### 【0015】

図1 (C) から、4 mWのパワーで再生した後は、記録時に形成された空洞の輪郭に変化は認められないが、空洞中の  $\text{A}_9$  粒子40が顕著に増えていることがわかる。すなわち、再生レーザービーム照射により、 $\text{A}_9$  粒子の析出が生じたことがわかる。なお、空洞中において  $\text{A}_9$  粒子40は均一に分布しているわけではないが、分布の不均一さによる再生信号の欠落は認められなかった。

#### 【0016】

一方、図14 (B) および図14 (C) から、貴金属酸化物層4を  $\text{P}_7\text{O}_y$  から構成した場合にも、貴金属酸化物層4内に記録マークに対応する空洞が形成されることがわかる。また、この場合、スペースに相当する領域には実質的に空洞が形成されず、図1 (B) の  $\text{A}_9\text{O}_x$  層に比べ、記録マークに相当する空洞の外形がより明瞭となっていることがわかる。さらに、図14 (B) および図14 (C) から、 $\text{P}_7\text{O}_y$  層では、記録時に空洞内に析出した  $\text{P}_7$  粒子41は、4 mWの高パワーで再生しても、形態、粒径、析出密度がほとんど変化しないことがわかる。

#### 【0017】

以上の結果から、まず記録メカニズムの考察を行う。 $\text{A}_9\text{O}_x$  からなる貴金属酸化物層4では、記録時（記録パワーレベルのレーザービームを照射時）に  $\text{A}_9\text{O}_x \rightarrow \text{A}_9 + x/2 \text{O}_2$  の分解と光吸収層5の結晶化とが起こる。記録時に発生した酸素ガス ( $\text{O}_2$ ) は、貴金属酸化物層4内で体積膨張を起こして貴金属酸化物層4を变形させるとともに第2誘電体層32と光吸収層5とを押し上げる。また、 $\text{P}_7\text{O}_y$  からなる貴金属酸化物層4においても、同様な分解が生じる。その結果、記録パワーレベルのレーザービームを照射した部位では、第2誘電体層32が図中の上方に突き出すように湾曲すると共に、その周囲に比べ光吸収層5の厚さが薄くなり、これによりこの部位は記録マークとして機能することになる。形成された空洞内には  $\text{O}_2$  が封入されていると考えられる。このメカニズムが働くためには、貴金属酸化物が貴金属と  $\text{O}_2$  とに分解すること、分解によって発生した  $\text{O}_2$  が貴金属酸化物層4を变形させること、すなわち第2誘電体層32と光吸収層5も変形させること、の2つのプロセスが必要となる。記録の際に、典型的な相変化記録材料からなる光吸収層5が全面的に結晶化を起こしていることから、この記録メカニズムは、結晶質と非晶質との反射率の違いに基づいて記録マークを検出する相変化型記録媒体における記録メカニズムとは異なる。

#### 【0018】

次に、再生メカニズムの考察を行う。図1 (C) から、超解像再生により  $\text{A}_9$  粒子40が

多量に析出することが明らかとなった。記録時に  $A\theta O_x$  から  $A\theta + x/2 O_2$  への分解によって生成した  $A\theta$  は、図 1 (B) に示されるように、一部が凝集して  $A\theta$  粒子 40 となる。図 1 (B) からは確認できないが、凝集しなかった  $A\theta$  は、超微粒子の形で空洞の壁面に付着していると考えられる。この状態において、ある程度以上のパワーをもつ再生レーザービームを照射すると、 $A\theta$  の超微粒子が凝集し、TEM によって観察可能な程度の大きさの  $A\theta$  粒子が析出する。そして、この  $A\theta$  粒子が、近接場光を散乱するフローブとなり、前記 J P n. J. A P P I. P h y S. V o l. 3 9 (2000) P P. 980-981 に記載された  $A\theta$  フローブと同様に機能して近接場光を伝搬光に変換し、超解像再生を可能にするものと考えられる。

【0019】

図 1 (B) および図 1 (C) では、マーク長およびスペース長がともに 200 nm と短い  
ため、マークでの  $O_2$  発生による貴金属酸化物 4 の変形がスペースにも影響を及ぼした結  
果、スペースに相当する領域も空洞となっている。しかし、より長いマーク長およびより  
長いスペース長をもつ記録マーク列を記録したところ、スペースにおいて貴金属酸化物 4  
内に空洞は形成されず、また、マークにおいて空洞の高さは一定であった。

【0020】

本発明では、再生時のレーザービーム照射によって貴金属酸化物層 4 の空洞内にいったん  
析出した貴金属粒子は、再生後においても消失することはない。したがって、2 回目以降  
の再生に際してさらに貴金属粒子を析出させる必要はない。ただし、4 mW のパワーで再  
生して図 1 (C) に示される状態となった後、再生パワーを 1 mW まで低下させたところ  
、CNR が得られなくなったので、2 回目以降の再生に際しても、超解像再生が可能とな  
る強度のレーザービームを照射する必要がある。

【0021】

なお、貴金属粒子の析出は、再生レーザービームの照射によって行う必要はなく、再生前  
に、貴金属粒子析出のためにレーザービームを照射しておいてもよい。

【0022】

また、図 1 (B) および図 1 (C) に示す例では、記録時に貴金属粒子がわずかに析出し  
ているが、記録時における貴金属粒子の析出量はさらに多くてもよい。たとえば、図 1 4  
(B) および図 1 4 (C) に示されるように、記録時に貴金属粒子が多量に析出して、再  
生時など、その後のレーザービーム照射時には貴金属粒子の析出密度がほとんど変化しな  
くてもよい。また、記録時に析出した貴金属粒子の結晶構造や粒径が、再生時など、その  
後のレーザービーム照射時に変化してもよい。

【0023】

記録時および超解像再生時には、貴金属酸化物層 4 を透過したレーザービームが光吸収層  
5 に照射されるように、レーザービーム入射方向を設定することが好ましい。金属および  
/または半金属からなる光吸収層 5 を通してレーザービームを貴金属酸化物層 4 に照射す  
る場合、光吸収層 5 による反射および吸収を考慮して、レーザービームのパワーを高くす  
る必要があり、光吸収層 5 が破損するおそれがある。また、光吸収層 5 が相変化材料から  
形成される場合、貴金属酸化物層 4 を透過させずに光吸収層 5 に直接レーザービームを照  
射すると、貴金属酸化物層 4 に記録マークが形成されずに光吸収層 5 に非晶質または結晶  
質からなる記録マークが形成されることがある。その場合、本発明が特徴とする記録/再  
生メカニズムが実現しなくなる。

【0024】

なお、本発明は、媒体が光吸収層 5 を有しない場合も包含する。その場合、記録時および  
再生時のいずれにおいても、レーザービームは媒体のどちらの面から入射させてもよい。

【0025】

ところで、特許第 3 1 5 7 0 1 9 号公報および特許第 3 0 7 1 2 4 3 号公報には、酸化銀  
からなる記録層を有し、記録ビーム照射により酸化銀が  $A\theta$  と  $O_2$  とに分解されて記録層  
中に空隙が形成される光記録媒体が記載されている。これらの光記録媒体は、記録時に酸  
化銀層中に空隙が形成される点で本発明が適用される媒体と類似する。しかし、これらの

10

20

30

40

50

公報では、解像限界付近の寸法をもつ微小な記録マークの再生について全く着目しており、また、これらの公報の実施例では、再生レーザービームとして波長780nm、パワー0.5mWのものを用いているが、この程度の再生パワーではA<sub>2</sub>粒子を析出させることはできないため、超解像再生は不可能である。

#### 【0026】

光記録媒体に情報を記録する際には、EFM等のデータ変調方式によって変調された信号に基づいてレーザービーム強度を変調して媒体に照射し、様々な長さの記録マークを含む記録マーク列を記録トラックに形成する。本発明は、解像限界である0.25λ/NAより小さい記録マークを再生する際に高CNRが得られるという優れた効果を示す。また、解像限界より大きい解像限界に近い微小な記録マークを再生する際にも、CNR向上効果が実現する。CNR向上効果が大きいのは、マーク長が0.37λ/NA未満、特に0.28λ/NA以下である記録マークを再生するときである。したがって本発明は、このような寸法の記録マークを含む記録マーク列を形成する場合に有効である。

#### 【0027】

なお、マーク長が著しく短いと、本発明によっても高CNRを得ることが困難となるため、本発明は、マーク長が0.05λ/NA以上、特に0.09λ/NA以上の記録マークを含む記録マーク列の再生に適用することが好ましい。

#### 【0028】

本発明では、記録時に、貴金属酸化物を分解して貴金属酸化物層中に空洞を形成し、再生前または少なくとも初回の再生時に、貴金属粒子を不可逆的に析出させる必要がある。記録パワーおよび/または再生パワーが低すぎると、このような記録/再生メカニズムが十分に働かなくなり、高CNRが得られない。一方、記録パワーおよび/または再生パワーが高すぎると、媒体の耐久性に影響を与え、媒体が損傷することがある。したがって、記録パワーおよび再生パワーには、最適値が存在する。

#### 【0029】

ただし、短波長のレーザービームを開口数の大きい光学系で照射すると、ビームスポット内のエネルギー密度が高くなるので、波長および開口数が異なる条件では、レーザービームのパワーが同じであってもそれが記録時および再生時に貴金属酸化物層に与える影響は異なる。また、貴金属酸化物層や光吸収層など、媒体を構成する各層の構成材料や厚さが異なる場合、レーザービームのパワーが同じであってもそれが記録時および再生時に貴金属酸化物層に与える影響は異なる。

#### 【0030】

したがって、本発明において記録パワーおよび再生パワーは、高CNRが得られるように実験的に決定すればよい。なお、本発明では、好ましくは25dB以上、より好ましくは40dB以上のCNRが得られることが望ましい。

#### 【0031】

以下、本発明の記録/再生方法が適用される媒体について、詳細に説明する。

#### 【0032】

##### 図2に示す媒体構造

本発明の光記録媒体の構成例を図2に示す。この媒体は、基板2上に、第1誘電体層31、貴金属酸化物層4、第2誘電体層32、光吸収層5および第3誘電体層33をこの順で有する。

#### 【0033】

##### 貴金属酸化物層4

記録前の媒体において、貴金属酸化物層4は貴金属酸化物を含有し、好ましくは、実質的に貴金属酸化物だけから構成される。

#### 【0034】

貴金属酸化物層には、2種以上の貴金属酸化物が含有されていてもよい。その場合、貴金属酸化物層は単層構造であってもよく、それぞれ少なくとも1種の貴金属酸化物を含有する層を複数積層した積層構造であってもよい。ただし、貴金属酸化物層に2種以上の貴金

10

20

30

40

50



属酸化物が含有される場合、記録時に2種以上の貴金属酸化物のすべてが同時には分解しないことがあり、また、再生時に2種以上の貴金属のすべてが同時には凝集しないことがあり、これらにより記録／再生特性が悪影響を受けることがある。したがって、貴金属酸化物層には貴金属酸化物が1種だけ含有されることが好ましい。

#### 【0035】

本発明で用いる貴金属の種類は特に限定されず、前述した記録／再生メカニズムは、どの貴金属を用いた場合でも機能するが、酸化物の形成のしやすさ、酸化物の安定性、可視光による近接場光の発生効率の観点から、白金、銀およびパラジウムの少なくとも1種が好ましく、銀および／または白金がより好ましく、より高いCNRが得られ、かつ再生耐久性が高くなることから、特に白金が好ましい。

10

#### 【0036】

白金酸化物を用いる場合、これを $P\text{セ}O_\gamma$ で表したとき、微小な記録マークを再生する際に高いCNRを得るためには、好ましくは

$0.5 \leq \gamma$ 、より好ましくは

$1 \leq \gamma$

とする。ただし、 $\gamma$ が大きいと、解像限界よりマーク長が大きい記録マークを再生する際のCNRが低くなってしまうため、様々な長さの記録マークを含む記録マーク列を再生する際に高い出力を得るためには、好ましくは

$\gamma \leq 4$ 、より好ましくは

$\gamma < 3$

20

である。また、 $P\text{セ}O_\gamma$ の組成は、再生耐久性にも関わる。解像限界より小さい記録マークの再生耐久性を十分なものとするためには、すなわち繰り返し再生によるCNR低下を抑えるためには、好ましくは

$1 \leq \gamma$

とし、解像限界よりマーク長が大きい記録マークの再生耐久性を十分なものとするためには、好ましくは

$2 < \gamma$

とする。

#### 【0037】

銀酸化物を用いる場合、これを $AgO_x$ で表したとき、微小な記録マークを再生する際に高いCNRを得るためには、好ましくは

30

$0.5 \leq x \leq 1.5$ 、より好ましくは

$0.5 \leq x \leq 1$

である。 $x$ が小さすぎると高CNRが得られにくく、 $x$ が大きすぎると $AgO_x$ が不安定となるため、保存耐久性および再生耐久性が低くなりやすい。

#### 【0038】

パラジウム酸化物を用いる場合、これを $PdO_z$ で表したとき、微小な記録マークを再生する際に高いCNRを得るためには、好ましくは

$1.0 \leq z \leq 1.5$

である。 $z$ が小さすぎると高CNRが得られにくい。一方、成膜プロセスの都合上、 $z$ が1.5を超えるパラジウム酸化物膜を形成することは困難である。

40

#### 【0039】

なお、貴金属酸化物層4の組成は、たとえば蛍光X線分析により測定することができる。

#### 【0040】

貴金属酸化物層4の厚さは、好ましくは1～30nm、より好ましくは2～20nmである。貴金属酸化物層4が薄すぎると、連続膜とすることが困難となり、安定した記録／再生特性が得られにくい。一方、貴金属酸化物層4が厚すぎると、高いCNRが得られなくなる。

#### 【0041】

なお、図2から光吸収層5を取り去った構造（図5に示す構造）も、本発明に包含される

50

。この構造の媒体では、レーザービーム照射の際に貴金属酸化物層4が十分には昇温しにくく、その結果、十分に高いCNRが得られにくい。そのため、光吸収層5を設けない構造においては、貴金属酸化物層4を厚くして光吸収率を高めることが好ましい。この構造における貴金属酸化物層4の好ましい厚さは、20～100nmである。この場合に貴金属酸化物層4が厚すぎると、貴金属酸化物層4が不安定となって再生耐久性が低くなりやすい。

#### 【0042】

貴金属酸化物層4の形成方法は特に限定されず、スパッタリング、蒸着などの物理的气相堆積法(PVD)や、化学的气相堆積法(CVD)を用いることができる。これらのうちでは、貴金属ターゲットを用い、酸素を反応ガスとして用いる反応性スパッタリング法が好ましい。

#### 【0043】

##### 光吸収層5

光吸収層5は、再生時にレーザービームを吸収して昇温することにより、隣り合う貴金属酸化物層4を昇温して貴金属析出を促進する。貴金属酸化物層4は、記録/再生用のレーザービームに対する透明性が高いため加熱されにくいので、光吸収層を設けないと十分に高いCNRを得ることが困難となる。

#### 【0044】

光吸収層5は、レーザービーム照射により十分に昇温するように構成する。そのためには、光吸収層5を、吸収係数の高いものとしたり、熱伝導率の低いものとしたりすればよい。また、本発明では前述したメカニズムで空洞形成により記録マークを形成する必要があるため、空洞形成を妨げないように、光吸収層5を変形しやすいものとするのが好ましい。

#### 【0045】

光吸収層5の構成材料としては、金属および半金属から選択された1種または2種以上の元素を含む金属または合金(金属間化合物が包含される)を主成分とするものが好ましく、光吸収層5に要求される上記特性を実現しやすいことから、少なくともSbおよび/またはTeを含有する合金が好ましい。

#### 【0046】

Sbおよび/またはTeを含有する合金の組成としては、

$$\text{式I} \quad (\text{Sb}_a \text{Te}_{1-a})_{1-b} \text{M}_b$$

で表されるものが好ましい。上記式Iにおいて、元素MはSbおよびTeをそれぞれ除く元素を表し、 $a$ および $b$ は原子比を表し、好ましくは

$$0 \leq a \leq 1,$$

$$0 \leq b \leq 0.25$$

である。元素Mの含有量を表す $b$ が大きすぎると、光吸収層に要求される前記特性が不十分となりやすい。元素Mは特に限定されないが、たとえばIn、Ag、Au、Bi、Se、Al、P、Ge、H、Si、C、V、W、Ta、Zn、Ti、Sn、Pb、Pdおよび希土類元素(Sr、Yおよびランタノイド)から選択される少なくとも1種が好ましい。

#### 【0047】

なお、上記式Iで表される組成をもつ合金には、相変化記録材料として知られている合金が含まれる。相変化記録材料は、結晶質時の反射率と非晶質時の反射率との相違を利用して、非晶質または結晶質からなる記録マークを読み出す媒体の記録材料として使われる合金である。ただし、本発明における光吸収層5は、結晶質時の反射率と非晶質時の反射率との相違を利用する相変化型記録層としては使用されない。

#### 【0048】

光吸収層5が相変化記録材料からなり、かつ、非晶質である場合において、貴金属酸化物層4に短い記録マークだけを記録する際には、記録時に光吸収層5面内への熱拡散により、光吸収層5は記録トラック方向に連続的に結晶化される、すなわちマーク間(スペース)においても光吸収層5は結晶化されるため、再生時に問題は生じない。しかし、貴金属

10

20

30

40

50

酸化物層 4 に長いスペースを形成する際には、スペース中央付近において光吸収層 5 が非晶質のまま残ることがある。非晶質のまま残った領域は、再生時に結晶化することがあり、この結晶化により再生信号に乱れが生じることがある。

【0049】

光吸収層 5 が非晶質である場合に生じるこのような再生信号の乱れを防ぐためには、貴金属酸化物層 4 に記録する前に、光吸収層 5 の全域を結晶化しておくことが好ましい。この結晶化は、相変化型媒体における記録層の全面結晶化（初期化）と同様に、レーザービーム照射によって行うことができる。ただし、光吸収層 5 の結晶化処理に際しては、貴金属酸化物層 4 において貴金属酸化物の分解が生じないように処理条件を設定する必要がある。

10

【0050】

光吸収層 5 の厚さは、薄すぎると十分な光吸収率を確保することが困難となり、厚すぎると記録時に変型しにくくなるため、好ましくは 2 ~ 200 nm、より好ましくは 10 ~ 100 nm とする。

【0051】

光吸収層 5 の形成方法は特に限定されず、前記した PVD 法や CVD 法を用いることができる。

【0052】

誘電体層 31、32、33

第 1 誘電体層 31 は、記録／再生時に貴金属酸化物層 4 から伝わる熱を面内方向に逃がすことにより基板 2 を保護するために、また、媒体の反射率を制御するために設けられる。第 2 誘電体層 32 は、CNR 向上および貴金属酸化物層 4 の保護のために設けられる。第 3 誘電体層 33 は、光吸収層 5 を保護するために設けられる。第 2 誘電体層 32 は、記録時に貴金属酸化物層 4 での空洞形成に伴って変形する必要があるため、変形しやすい構成とすることが好ましい。

20

【0053】

各誘電体層の厚さは、その機能が十分に発揮されるように適宜決定すればよいが、通常、第 1 誘電体層 31 は 10 ~ 300 nm、第 2 誘電体層 32 は 5 nm 以上 100 nm 未満、好ましくは 10 ~ 60 nm、第 3 誘電体層 33 は 10 ~ 200 nm であることが好ましい。第 2 誘電体層 32 が厚すぎても薄すぎても、超解像再生時の CNR が低くなってしまう。

30

【0054】

各誘電体層に用いる誘電体としては、例えば、Si、Ge、Zn、Al、希土類元素などから選択される少なくとも 1 種の金属成分または半金属成分を含む各種化合物が好ましい。化合物としては、酸化物、窒化物または硫化物が好ましく、これらの化合物の 2 種以上を含有する混合物を用いることもできる。ただし、第 2 誘電体層 32 を変形しやすくするためには、窒化ケイ素をはりめとする窒化物は好ましくない。

【0055】

なお、第 3 誘電体層 33 上に、媒体の保護を目的として樹脂製の保護層を設けてもよい。また、光吸収層 5 が相変化材料から構成される場合には第 3 誘電体層 33 を設けることが好ましいが、第 3 誘電体層 33 を設けることは必須ではなく、光吸収層 5 に接して樹脂保護層を形成してもよい。

40

【0056】

これらの誘電体層の形成方法は特に限定されず、前記した PVD 法や CVD 法を用いることができる。

【0057】

基板 2

基板 2 は、媒体の剛性を維持するために設けられる。基板 2 の厚さは、通常、0.2 ~ 1.2 mm、好ましくは 0.4 ~ 1.2 mm とすればよい。基板 2 には、通常、トラッキングのためのグルーブ（案内溝）を設ける。

50

## 【0058】

なお、本発明では、第1誘電体層31から第3誘電体層33までの各層を、図2に示す積層順とは逆に基板上に積層してもよい。

## 【0059】

基板2側からレーザービームを媒体に入射させる場合には、透光性材料から基板2を構成する。基板2の構成材料は、必要とされる剛性や透明性などに応じ、樹脂、ガラス、金属、セラミック等の各種材料から選択すればよい。

## 【0060】

図3に示す媒体構造

図3に示す媒体は、図2に示す媒体の第3誘電体層33上に、反射層6を設けた構造である。反射層6を設ける場合、記録/再生用のレーザービームは、図中の下側から媒体に入射させる。

## 【0061】

反射層6を設けることにより、解像限界より大きなマーク長をもつ記録マークの再生出力を向上させることができる。反射層6を設けない構造では、光吸収層5と第3誘電体層33との界面を通過した光はすべて媒体の外側へ透過する。そのため、近接場光を使わずに伝搬光の反射を検出することにより読み出される記録マーク、すなわち、超解像再生ではなく通常再生が可能なす法の記録マークでは、CNRが大きくなり、これに対し、反射層6を設ければ、第3誘電体層33と反射層6との界面で反射した光とその他の界面で反射した光との干渉効果が利用できるようになるので、伝搬光だけで再生することのできる大きな記録マークのCNRが増大するものと考えられる。

## 【0062】

ただし、反射層6を厚くすると、反射層6で反射して光ビックアップに戻る伝搬光の強度が高くなる結果、貴金属酸化物層4において近接場光から変換されて光ビックアップに戻る伝搬光の強度が相対的に低くなるため、超解像再生の対象となる微小な記録マークのCNRが低くなってしまふ。したがって、反射層6の厚さは、大きな記録マークおよび微小な記録マークの双方において十分なCNRが得られるように設定することが好ましい。具体的には、反射層6構成材料に応じて実験的に決定すればよいが、通常、1~100nm、特に2~15nmとすることが好ましい。

## 【0063】

反射層6は、Al、Au、Ag、Pt、Cu、Ni、Cr、Ti、Si等の金属または半金属の単体や、金属または半金属を2種以上含有する合金から構成すればよい。

## 【0064】

反射層6の形成方法は特に限定されず、前記したPVD法やCVD法を用いることができる。

## 【0065】

図4に示す媒体構造

図4に示す媒体は、図2に示す媒体の第1誘電体層31と貴金属酸化物層4との間に、析出促進層7を設けた構造である。

## 【0066】

貴金属酸化物層4に接触する層の材料に依存して、再生時の貴金属粒子の析出温度が変化する。一方、再生耐久性の観点からは、超解像再生のための再生パワーは低いほど好ましい。そのため、貴金属酸化物層4に接して、貴金属粒子の析出温度を低下させる機能をもつ層を設けることが好ましい。この層は、媒体のトータルな光学的設計や熱的バランスを損なわない程度の厚さとするのが好ましい。析出促進層7は、このように再生感度を向上させる機能をもつ層であり、これを設けることにより、設けない場合に比べてより低い再生パワーで同等のCNRが得られるようになる。

## 【0067】

析出促進層7は、たとえば窒化ケイ素から構成し、厚さは2~20nmとすることが好ましい。

10

20

30

40

50

【0068】

析出促進層7の形成方法は特に限定されず、前記したPVD法やCVD法を用いることができる。

【0069】

なお、図3に示す反射層6と図4に示す析出促進層7とを、ともに設けてもよい。

【0070】

図5に示す媒体構造

図5に示す媒体は、図2に示す媒体から光吸収層5および第3誘電体層33を取り去った構造である。

【0071】

この構造の媒体でも、超解像再生は可能であり、また、再生耐久性は良好である。ただし、高いCNRを得ることは困難である。

【0072】

【実施例】

以下の実施例において、光ディスクサンプルの評価には、開口数 $NA=0.60$ の光学系から波長 $\lambda=635\text{nm}$ のレーザービームを射出する低分解能ビクアップ（解像限界ピッチ $530\text{nm}$ 、解像限界マーク長 $265\text{nm}$ ）と、開口数 $NA=0.65$ の光学系から波長 $\lambda=405\text{nm}$ のレーザービームを射出する高分解能ビクアップ（解像限界ピッチ $312\text{nm}$ 、解像限界マーク長 $156\text{nm}$ ）とが対向して搭載してある光ディスク評価装置（パルステック社製DDU1000）を用いた。記録および再生の際の線速度は $6\text{m/s}$ とした。

【0073】

この評価装置では、低分解能ビクアップから出射されたレーザービームは、基板側から貴金属酸化物層4に入射し、高分解能ビクアップから出射されたレーザービームは、基板とは反対側から貴金属酸化物層4に入射する。そのため、この評価装置では、貴金属酸化物層4に記録された記録マーク列を、分解能の異なる2つのビクアップでそれぞれ再生することが可能である。たとえば、配列ピッチ $400\text{nm}$ （マーク長 $200\text{nm}$ ）の記録マーク列の再生は、 $\lambda=635\text{nm}$ 、 $NA=0.60$ の低分解能ビクアップでは超解像再生に相当し、 $\lambda=405\text{nm}$ 、 $NA=0.65$ の高分解能ビクアップでは通常再生に相当する。

【0074】

したがって、両方のビクアップにおいてCNRが得られないことは、読み取り可能な記録マークが形成されなかったことを意味する。また、繰り返し再生に伴ってCNRが低下することは、繰り返し再生に伴って記録マークが消滅したことを意味する。また、高分解能ビクアップでは通常再生が可能で、低分解能ビクアップでは超解像再生が必要なす法の記録マークを再生する際に、低分解能ビクアップを用いた超解像条件でのみCNRが得られないことは、記録マークは存在しているが超解像再生メカニズムが働いていないことを意味する。

【0075】

なお、以下の実施例では、特に断りのない限り、記録は低分解能ビクアップにより行った。

【0076】

実施例1-1（図2の構造：貴金属酸化物 $A9O_x$ ）

図2に示すように、基板2/第1誘電体層31/貴金属酸化物層4/第2誘電体層32/光吸収層5/第3誘電体層33からなる積層構造を有する光ディスクサンプルを形成した。各層の組成および厚さは、ポリカーボネート基板（ $0.6\text{mm}$ ）/ $ZnS-SiO_2$ （ $130\text{nm}$ ）/ $A9O_x$ （ $18\text{nm}$ ）/ $ZnS-SiO_2$ （ $40\text{nm}$ ）/ $A9-In-Sb-Te$ （ $60\text{nm}$ ）/ $ZnS-SiO_2$ （ $100\text{nm}$ ）とした。かつこ内は厚さである。 $ZnS-SiO_2$ 層は、モル比で表した組成が $(ZnS)_{0.5}(SiO_2)_{1.5}$ であるターゲットをAr雰囲気中でスパッタリングすることにより形成した。 $A9O_x$ 層は、A

10

20

30

40

50

$\text{Ar}/\text{O}_2 = 10 \text{ Sccm} / 10 \text{ Sccm}$  の流量比の混合ガス雰囲気中で  $\text{Ar}$  ターゲットをスパッタリングすることにより形成した。形成された  $\text{ArO}_x$  における  $x$  は 1 であった。 $\text{Ar-In-Sb-Te}$  層は、 $\text{Ar}_{0.0} \text{In}_{4.5} \text{Sb}_{80.8} \text{Te}_{28.7}$  (モル%) ターゲットを  $\text{Ar}$  雰囲気中でスパッタリングすることにより形成した。

【0077】

サンプル形成後、サンプルを線速度  $6 \text{ m/S}$  で回転させながら、記録対象トラックに対し、低分解能ビュクアップにより  $1.2 \text{ mW}$  のパワーのレーザービームを 3 秒間連続照射することにより、光吸収層 5 を結晶化させた。なお、特に断りのない限り、以下の実施例においてもこの実施例と同様にして、記録/再生特性を評価する前に光吸収層 5 を結晶化させた。

【0078】

このサンプルに、記録パワー  $10 \text{ mW}$  で、配列ピッチ  $200 \text{ nm} \sim 1.6 \mu\text{m}$  (マーク長  $100 \sim 800 \text{ nm}$ ) の記録マーク列をそれぞれ記録した後、低分解能ビュクアップを用いて再生パワー  $P_r = 1 \text{ mW}$  または  $4 \text{ mW}$  で再生し、 $\text{CNR}$  を測定した。結果を図 6 に示す。

【0079】

図 6 から、マーク長  $400 \text{ nm}$  未満 ( $0.37 \lambda / \text{NA}$  未満) の記録マークからなる記録マーク列を再生する際に、再生パワーを  $4 \text{ mW}$  とすることにより特異的に  $\text{CNR}$  が増大していることがわかる。特に、マーク長  $200 \text{ nm}$  の記録マークからなるマーク列では、 $41 \text{ dB}$  という高い  $\text{CNR}$  が得られている。

【0080】

なお、光吸収層 5 の組成 (モル比) を  $\text{Ge}_2 \text{Sb}_2 \text{Te}_5$  または  $(\text{Sb}_{0.7} \text{Te}_{0.3})_{0.95} \text{Ge}_{0.05}$  とした場合でも、ほぼ同様な結果が得られた。

【0081】

前記した図 1 (B) および図 1 (C) にそれぞれ示す TEM 写真は、この実施例と同条件で記録/再生を行った実験におけるサンプル断面写真である。ただし、その実験に際しては、記録前に光吸収層 5 は結晶化させなかった。

【0082】

比較例 1 (図 2 の構造: 光吸収層 5 への相変化型記録)

実施例 1-1 と同様にしてサンプルを作製した。ただし、光吸収層 5 は結晶化させなかった。

【0083】

このサンプルに対し、高分解能ビュクアップを用いて第 3 誘電体層 33 側からレーザービームを入射させて、配列ピッチ  $400 \text{ nm}$  (マーク長  $200 \text{ nm}$ ) の記録マーク列を記録パワー  $6 \text{ mW}$  で記録し、高分解能ビュクアップを用いて  $0.7 \text{ mW}$  のパワーで再生したところ、 $44 \text{ dB}$  の  $\text{CNR}$  が得られた。

【0084】

次に、低分解能ビュクアップを用いて  $4 \text{ mW}$  のパワーで連続的に再生したところ、初期には  $22 \text{ dB}$  の  $\text{CNR}$  が得られたが、数秒以内に信号が完全に消滅した。その後、高分解能ビュクアップを用いて  $0.7 \text{ mW}$  のパワーで再生したところ、 $\text{CNR}$  は得られなかった。

【0085】

$4 \text{ mW}$  のパワーのレーザービームを連続的に照射したときに記録マーク列が消滅したことから、この比較例では、非晶質の光吸収層 5 に結晶質記録マークが形成される相変化型記録がなされていると考えられ、この記録マーク列に対し、低分解能ビュクアップで貴金属酸化物層 4 に  $\text{Ar}$  粒子を析出させながら超解像再生を行ったものと考えられる。すなわち、この比較例における記録/再生方法は、相変化型記録を行っている点で、前記 Jpn. J. Appl. Phys. Vol. 39 (2000) pp. 980-981 に記載されている方法に近い。この比較例 1 と上記実施例 1-1 との比較から明らかなように、相変化型記録を行った場合には、得られる  $\text{CNR}$  が低くかつ再生耐久性も劣る。

【0086】

10

20

30

40

50

実施例 1-2 (図 2 の構造: 貴金属酸化物  $PtO_x$ )

実施例 1-1 における貴金属酸化物層 4 を  $PtO_x$  (4 nm) に替えたサンプルを作製した。 $PtO_x$  層は、 $Pt$  ターゲットを  $Ar/O_2 = 5\text{ Sccm}/5\text{ Sccm}$  の流量比の混合ガス雰囲気中でスパッタリングすることにより形成した。 $PtO_x$  における  $x$  は 2 であった。

【0087】

このサンプルについて、記録パワー 14 mW で、配列ピッチ 160 nm ~ 1.6  $\mu\text{m}$  (マーク長 80 ~ 800 nm) のマーク列をそれぞれ記録し、低分解能ビクアップを用いて再生パワー  $P_r = 1\text{ mW}$  または 4 mW で再生した。結果を図 7 に示す。

【0088】

図 7 において、再生パワー  $P_r = 1\text{ mW}$  のとき、マーク長が 400 nm (0.37  $\lambda/N_A$ ) より小さくなると CNR が急激に減少し、解像限界より小さい 200 nm のマークでは CNR が得られていない。これに対し、再生パワー  $P_r = 4\text{ mW}$  では、超解像再生が必要な微小な記録マークであっても、十分に高い CNR が得られている。具体的には、マーク長 150 nm 以上の全ての記録マークで、40 dB 以上の CNR が得られている。

【0089】

$AgO_x$  を用いた図 6 と  $PtO_x$  を用いた図 7 とを比較すると、超解像再生が可能な再生パワー  $P_r = 4\text{ mW}$  のとき、全てのマーク長において図 7 のほうが CNR が高いことがわかる。したがって、貴金属酸化物層 4 を構成する貴金属酸化物としては白金酸化物が望ましい。

【0090】

前記した図 14 (A)、図 14 (B) および図 14 (C) にそれぞれ示す TEM 写真は、この実施例と同条件で記録/再生を行った実験におけるサンプル断面写真である。ただし、その実験に際しては、記録前に光吸収層 5 は結晶化させなかった。

【0091】

実施例 1-3 (図 2 の構造: 貴金属酸化物  $PdO_x$ )

実施例 1-1 における貴金属酸化物層 4 を  $PdO_x$  (4 nm) に替えたサンプルを作製した。 $PdO_x$  層は、 $Pd$  ターゲットを  $Ar/O_2 = 5\text{ Sccm}/5\text{ Sccm}$  の流量比の混合ガス雰囲気中でスパッタリングすることにより形成した。 $PdO_x$  における  $x$  は 1.10 であった。

【0092】

このサンプルについて、高分解能ビクアップと同一の光学系を用いて、基板側から記録パワー 11 mW で、配列ピッチ 100 ~ 800 nm (マーク長 50 ~ 400 nm) のマーク列をそれぞれ記録し、高分解能ビクアップを用いて、基板側から再生パワー  $P_r = 1\text{ mW}$  または 4 mW で再生した。結果を図 15 に示す。

【0093】

図 15 において、再生パワー  $P_r = 1\text{ mW}$  のとき、マーク長が 200 nm より小さくなると CNR が急激に減少し、解像限界より小さい 150 nm のマークでは CNR がほとんど得られていない。これに対し、再生パワー  $P_r = 4\text{ mW}$  では、超解像再生が必要な微小な記録マークであっても、十分に高い CNR が得られている。具体的には、マーク長 100 nm 以上の全ての記録マークで、35 dB 以上の CNR が得られている。

【0094】

なお、同一のサンプルについて低分解能ビクアップを用いて記録再生を行ったところ、記録パワー 12 mW、再生パワー  $P_r = 4\text{ mW}$  の条件で、解像限界よりも小さい 200 nm のマークで 42 dB の CNR が得られた。

【0095】

実施例 1-4 (図 2 の構造:  $PtO_x$  層の酸素含有量による比較)

実施例 1-2 の構造において、 $PtO_x$  層形成に際し流量比  $Ar/O_2$  を制御して、 $x$  の相異なる  $PtO_x$  層を有する複数のサンプルを作製した。各サンプルにおける  $x$  の値と流量 (単位: Sccm) の比とは、

10

20

30

40

50

$\gamma = 0$  :  $Ar/O_2 = 1.0/0$ 、

$\gamma = 0.75$  :  $Ar/O_2 = 7.5/2.5$ 、

$\gamma = 2$  :  $Ar/O_2 = 5.0/5.0$ 、

$\gamma = 3$  :  $Ar/O_2 = 2.5/7.5$

である。これらのサンプルに対し、各々の最適記録パワーで、配列ピッチ  $160\text{ nm} \sim 1.6\text{ }\mu\text{m}$  (マーク長  $80 \sim 800\text{ nm}$ ) の記録マーク列をそれぞれ記録し、低分解能ビュクアッパを用いて  $4\text{ mW}$  の再生パワーで再生した。結果を図 8 に示す。

【0096】

また、図 9 および図 10 に、配列ピッチ  $400\text{ nm}$  (マーク長  $200\text{ nm}$ ) の記録マーク列および配列ピッチ  $1.6\text{ }\mu\text{m}$  (マーク長  $800\text{ nm}$ ) の記録マーク列を繰り返し再生したときの CNR の変化をそれぞれ示す。図 9 および図 10 から、様々な長さの記録マークにおいて良好な再生耐久性を得るためには、 $\gamma$  を大きくしたほうがよいことがわかる。

【0097】

実施例 1-5 (図 2 の構造:  $PdO_x$  層の酸素含有量による比較)

実施例 1-3 の構造において、 $PdO_x$  層形成に際し流量比  $Ar/O_2$  を制御して、 $x$  の異なる  $PdO_x$  層を有する複数のサンプルを作製した。各サンプルにおける  $x$  の値と流量 (単位:  $\text{Sccm}$ ) の比とは、

$\gamma = 0.82$  :  $Ar/O_2 = 8.5/1.5$ 、

$\gamma = 1.10$  :  $Ar/O_2 = 5.0/5.0$ 、

$\gamma = 1.12$  :  $Ar/O_2 = 1.0/9.0$

である。これらのサンプルに対し、高分解能ビュクアッパを用いて、各々の最適記録パワーで、配列ピッチ  $200 \sim 600\text{ nm}$  (マーク長  $100 \sim 300\text{ nm}$ ) の記録マーク列をそれぞれ記録し、高分解能ビュクアッパを用いて  $4\text{ mW}$  の再生パワーで再生した。結果を図 16 に示す。

【0098】

図 16 から、解像限界よりも小さいマークで高い CNR を得るためには、 $1.0 \leq x$  とすることが好ましいことがわかる。また、この結果からは、 $x$  の上限は特に限定されないが、成膜時に雰囲気ガス中における酸素の比率を著しく高くしても、 $1.5 < x$  となるようなパラジウム酸化物層を得ることは困難であることがわかった。

【0099】

実施例 1-6 (図 2 の構造:  $PtO_x$  層と  $AuO_x$  層との比較)

実施例 1-1 で作製した  $AuO_x$  層 ( $x=1$ ) を有するサンプルと、 $PtO_x$  層 ( $\gamma=3$ ) の厚さを  $8\text{ nm}$  としたほかは実施例 1-4 と同様にして作製したサンプルとについて、配列ピッチ  $400\text{ nm}$  (マーク長  $200\text{ nm}$ ) の記録マーク列および配列ピッチ  $1.6\text{ }\mu\text{m}$  (マーク長  $800\text{ nm}$ ) の記録マーク列を、低分解能ビュクアッパを用いて  $4\text{ mW}$  の再生出力で繰り返し再生したときの CNR の変化を調べた。結果を図 11 に示す。

【0100】

図 11 から、貴金属酸化物層 4 として  $PtO_x$  層を用いたサンプルにおいて、再生耐久性が大幅に向上することがわかる。 $PtO_x$  層では、再生時に析出した貴金属粒子の形状および大きさが、高パワーで繰り返し再生を行っても変動しにくく安定であると考えられる

【0101】

実施例 1-7 (図 2 の構造:  $PtO_x$  層の膜厚による比較)

$PtO_x$  からなる貴金属酸化物層 4 を  $\gamma=3$  となる条件で形成し、その膜厚を  $4 \sim 30\text{ nm}$  の範囲内で変更したほかは実施例 1-4 と同様にしてサンプルを作製した。これらのサンプルに、それぞれの最適条件で配列ピッチ  $400\text{ nm}$  (マーク長  $200\text{ nm}$ ) の記録マーク列を記録し、低分解能ビュクアッパを用いて  $4\text{ mW}$  の再生パワーで再生し、CNR を測定した。各サンプルの  $PtO_x$  層の厚さと CNR との関係は、「厚さ: CNR」の形で表して、

$4\text{ nm} : 44\text{ dB}$ 、

10

20

30

40

50



8nm: 41dB、  
 12nm: 30dB、  
 16nm: 29dB、  
 18nm: 28dB、  
 30nm: 27dB

であった。

【0102】

実施例1-8 (図2の構造: PdO<sub>z</sub> 層の膜厚による比較)

PdO<sub>z</sub> からなる貴金属酸化物層4を $z=1.10$ となる条件で形成し、その膜厚を2~15nmの範囲内で変更したほかは実施例1-5と同様にしてサンプルを作製した。これらのサンプルに、高分解能ビクアップを用いて、それぞれの最適条件で配列ピッチ300nm (マーク長150nm) の記録マーク列を記録し、高分解能ビクアップを用いて4mWの再生パワーで再生し、CNRを測定した。各サンプルのPdO<sub>z</sub> 層の厚さとCNRとの関係は、「厚さ:CNR」の形で表して、

2nm: 26dB、  
 4nm: 35dB、  
 10nm: 32dB、  
 15nm: 26dB

であった。

【0103】

実施例1-9 (図2の構造: 光吸収層5の構成材料による比較)

光吸収層5をSi、AuまたはWで構成したほかは実施例1-1と同様にして作製したサンプルに、記録パワー9mWで配列ピッチ400nm (マーク長200nm) の記録マーク列を記録し、低分解能ビクアップを用いて4mWの再生パワーで再生したところ、光吸収層5構成材料とCNRとの関係は、

Si: 19dB、  
 Au: 20dB、  
 W: 24dB

であった。

【0104】

この結果は、光吸収層5構成材料としてAu、SiまたはWを用いると、相変化材料を用いる場合に比べ超解像記録特性が惡くなることを示している。貴金属酸化物層4を構成するAgO<sub>x</sub> 自体は吸収係数が小さいため、この実施例における条件では昇温が不十分となり、記録時に分解しない。したがって、適切な光吸収層の存在が必要となる。光吸収層5をAuまたはSiで構成した場合に十分な特性が得られなかったのは、Auの場合は熱伝導率が高いのでAgO<sub>x</sub> 層に熱が伝わりにくかったためであると考えられ、Siの場合はSiの吸収係数が小さいため光吸収層として十分に機能しなかったためであると考えられる。Wを用いた場合は、光を吸収して昇温する層としては機能するが、Wは硬い材料であるため、記録時の貴金属酸化物層4における空洞形成を阻害したものであると考えられる。

【0105】

実施例1-10 (図2の構造: 第2誘電体層32の構成材料による比較)

第2誘電体層32を窒化ケイ素から構成したほかは実施例1-1と同様にして作製したサンプルについて、記録パワー14mWで、配列ピッチ400nm (マーク長200nm) の記録マーク列を記録し、低分解能ビクアップを用いて4mWの再生パワーで再生したところ、CNRは得られなかった。

【0106】

また、上記記録マーク列を高分解能ビクアップを用いて0.7mWの再生パワーで再生したところ、CNRは得られなかった。すなわち、通常再生も不可能であった。

【0107】

このように通常再生も不可能であることから、第2誘電体層32を窒化ケイ素から構成す

10

20

30

40

50

ると、読み取り可能な記録マークを形成できないことがわかる。窒化ケイ素は、実施例1-1で用いた $\text{Si-SiO}_2$ に比べてはるかに硬い材料であるため、 $\text{ArO}_x$ の分解により生成した $\text{O}_2$ が、記録マークとして機能する空洞を貴金属酸化物層4中に形成できなかったためと考えられる。

【0108】

実施例1-11（図2の構造：第2誘電体層32の膜厚による比較）

第2誘電体層32の膜厚を100nmとしたほかは実施例1-1と同様にしてサンプルを作製した。このサンプルに記録パワー11mWで、配列ピッチ400nm（マーク長200nm）の記録マーク列を記録し、低分解能ビクアップを用いて4mWの再生パワーで再生したところ、CNRは得られなかった。

【0109】

また、上記記録マーク列を記録した直後および低分解能ビクアップにより4mWで再生した後のそれぞれにおいて、高分解能ビクアップを用いて0.7mWの再生パワーで再生したところ、いずれの場合も40dB以上のCNRが得られた。

【0110】

実施例2-1（図3の構造：反射層6の効果）

実施例1-1で作製したサンプルの第3誘電体層33の上に、反射層6として厚さ10nmのA層またはA1層を形成することにより、図3に示す構造のサンプルを得た。A層およびA1層は、それぞれAターゲットおよびA1ターゲットをAr雰囲気中でスパッタリングすることにより形成した。

【0111】

これらのサンプルについて、記録パワー10mWで、配列ピッチ400nm～1.6μm（マーク長200～800nm）の記録マーク列をそれぞれ形成し、低分解能ビクアップを用いて4mWの再生パワーで再生した結果を、図12に示す。なお、図12には、反射層6を設けないサンプルの結果も示してある。

【0112】

図12から、反射層6を設けることにより、解像限界よりも大きな記録マークのCNRが増大することがわかる。

【0113】

実施例2-2（図3の構造：反射層6の膜厚による比較）

反射層6を図13に示す厚さとしたほかは実施例2-1と同様にしてサンプルを作製した。これらのサンプルについて、それぞれの最適記録パワーで配列ピッチ400nm（マーク長200nm）の記録マーク列を記録し、低分解能ビクアップを用いて4mWの再生パワーで再生した結果を、図13に示す。

【0114】

図13から、反射層6の膜厚が厚くなるほど、超解像再生におけるCNRが低くなることかわかる。

【0115】

実施例3（図4の構造：析出促進層7の効果）

実施例1-1で作製したサンプルの第1誘電体層31と貴金属酸化物層4との間に、析出促進層7として厚さ5nmの窒化ケイ素層を形成することにより、図4に示す構造のサンプルを得た。窒化ケイ素層は、SiターゲットをAr/ $\text{N}_2 = 8/2$ の流量比の混合ガス雰囲気中でスパッタリングすることにより形成した。窒化ケイ素層の組成は $\text{Si}_3\text{N}_4$ であった。

【0116】

このサンプルに記録パワー10mWで、配列ピッチ400nm（マーク長200nm）の記録マーク列を記録し、低分解能ビクアップを用いて再生したところ、再生パワーが3mWのときに最大のCNR35dBが得られた。一方、実施例1-1で作製したサンプルでは、CNRが最大となる再生パワーは4mWだったので、析出促進層7を設けることにより、再生感度が向上したことがわかる。

## 【0117】

## 実施例4 (図5の構造: 光吸収層5を設けない構造)

図5に示すように、基板2/第1誘電体層31/貴金属酸化物層4/第2誘電体層32からなる積層構造を有する光ディスクサンプルを形成した。このサンプルは、実施例1-1のサンプルから、光吸収層5および第3誘電体層33を取り去った構造である。ただし、貴金属酸化物層4の厚さは、18nmまたは60nmとした。

## 【0118】

貴金属酸化物層4の厚さが18nmであるサンプルに、5~14mWの記録パワーで、配列ピッチ400nm (マーク長200nm) の記録マーク列を記録し、低分解能ビュクアップを用いて4mWの再生パワーで再生したところ、CNRは得られなかった。一方、このサンプルに、14mWの記録パワーで、配列ピッチ1.6μm (マーク長800nm) の記録マーク列を記録し、4mWの再生パワーで再生したところ、34dBのCNRが得られた。

10

## 【0119】

また、貴金属酸化物層4の厚さが60nmであるサンプルに対し、7mWの記録パワーで、配列ピッチ400nm (マーク長200nm) の記録マーク列を記録し、低分解能ビュクアップを用いて4mWの再生パワーで再生したところ、12dBのCNRが得られた。一方、このサンプルに、7mWの記録パワーで、配列ピッチ1.6μm (マーク長800nm) の記録マーク列を記録し、低分解能ビュクアップを用いて4mWの再生パワーで再生したところ、33dBのCNRが得られた。

20

## 【0120】

この結果は、光吸収層5を設けなくても記録が可能であり、かつ通常再生が可能であることを示している。したがって、貴金属酸化物4自体が記録層として機能することがわかる。

## 【0121】

しかし、貴金属酸化物層4の厚さが18nmであるサンプルでは、400nmのピッチ (記録マーク長200nm) のマークの超解像再生が不可能であり、前記した再生メカニズムが働かなかったと考えられる。一方、貴金属酸化物層4の厚さが60nmのサンプルでは、CNRは低い超解像再生が可能である。

## 【0122】

超解像再生においてCNRが得られない、あるいは低くなったのは、以下の理由によると考えられる。まず、通常再生が可能であることから、記録時には貴金属層4がレーザービームを吸収して昇温し、 $\text{AgO}_x$  が  $\text{Ag}$  と  $\text{O}_2$  とに分解して記録マークが形成されたと考えられる。しかし、記録後には貴金属酸化物層4中に  $\text{AgO}_x$  がほとんど存在せず、媒体中にレーザービームの吸収を担う層がなくなってしまうため、再生用のレーザービームを照射しても貴金属酸化物層4の昇温が不十分となり、 $\text{Ag}$  粒子がほとんど析出しないが、十分には析出しなかったと考えられる。貴金属酸化物層4を厚くした場合に超解像再生が可能となったのは、貴金属酸化物層4の光吸収量が多くなったためと考えられる。

30

## 【図面の簡単な説明】

【図1】 (A) は、本発明の光記録媒体の構造を示す断面図である。(B) および (C) はそれぞれ薄膜構造を示す図面代用写真であって、(A) に示す媒体の断面の透過型電子顕微鏡写真であり、(B) は、記録後に1mWのパワーで再生した後の写真、(C) は、記録後に4mWのパワーで再生し、次いで1mWのパワーで再生した後の写真である。

40

【図2】 本発明の光記録媒体の構成例を示す断面図である。

【図3】 本発明の光記録媒体の他の構成例を示す断面図である。

【図4】 本発明の光記録媒体の他の構成例を示す断面図である。

【図5】 本発明の光記録媒体の他の構成例を示す断面図である。

【図6】 マーク長とCNRとの関係を示すグラフである。

【図7】 マーク長とCNRとの関係を示すグラフである。

【図8】 マーク長とCNRとの関係を示すグラフである。

50

- 【図 9】再生回数とCNRとの関係を示すグラフである。  
 【図 10】再生回数とCNRとの関係を示すグラフである。  
 【図 11】再生回数とCNRとの関係を示すグラフである。  
 【図 12】マーク長とCNRとの関係を示すグラフである。  
 【図 13】反射層の厚さとCNRとの関係を示すグラフである。  
 【図 14】(A)は、本発明の光記録媒体の構造を示す断面図である。(B)および(C)はそれぞれ薄膜構造を示す図面代用写真であって、(A)に示す媒体の断面の透過型電子顕微鏡写真であり、(B)は、記録後に1mWのパワーで再生した後の写真、(C)は、記録後に4mWのパワーで再生し、次いで1mWのパワーで再生した後の写真である。  
 【図 15】マーク長とCNRとの関係を示すグラフである。  
 【図 16】マーク長とCNRとの関係を示すグラフである。

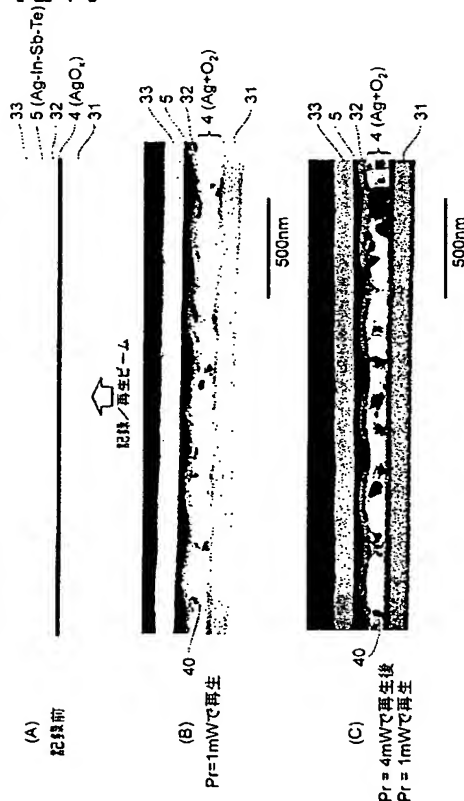
10

## 【符号の説明】

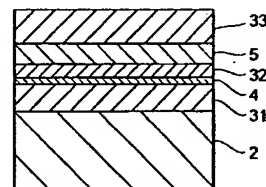
- 2 基板  
 3 1 第1誘電体層  
 3 2 第2誘電体層  
 3 3 第3誘電体層  
 4 貴金属酸化物層  
 4 0 析出した貴金属粒子(Ag粒子)  
 4 1 析出した貴金属粒子(Pt粒子)  
 5 光吸収層  
 6 反射層  
 7 析出促進層

20

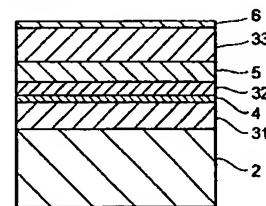
【図 1】



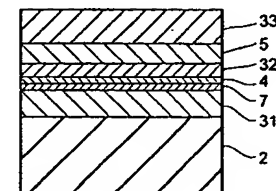
【図 2】



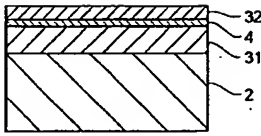
【図 3】



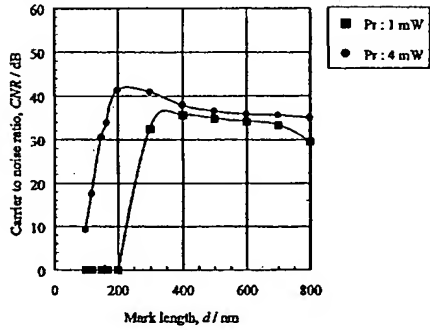
【図 4】



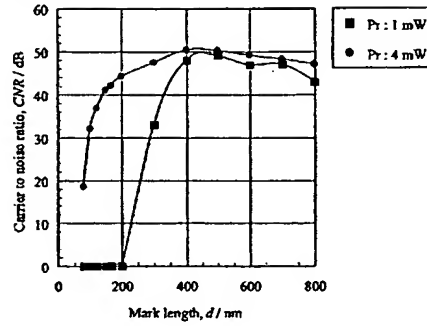
【図 5】



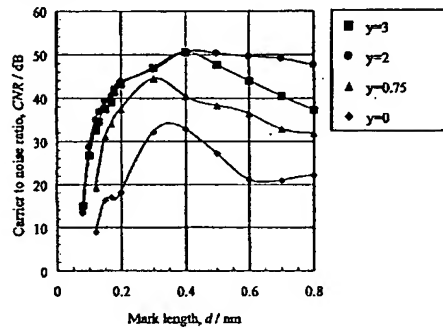
【図 6】



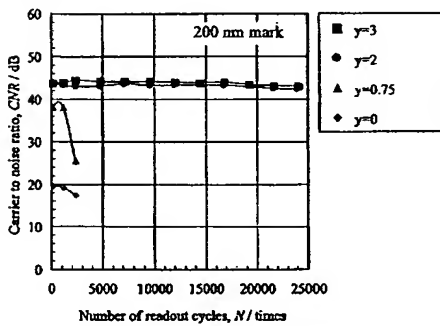
【図 7】



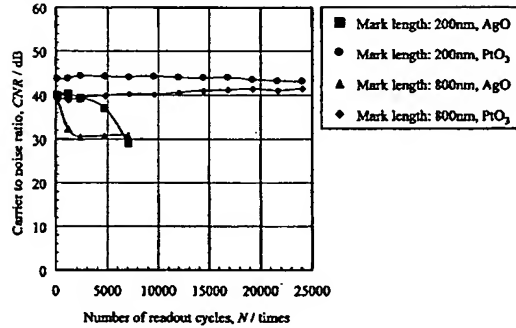
【図 8】



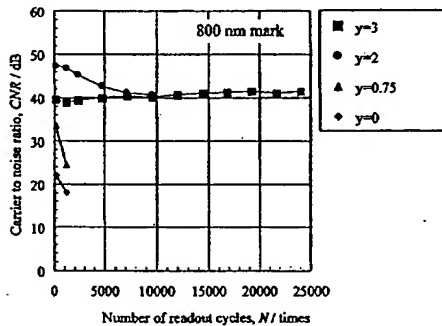
【図 9】



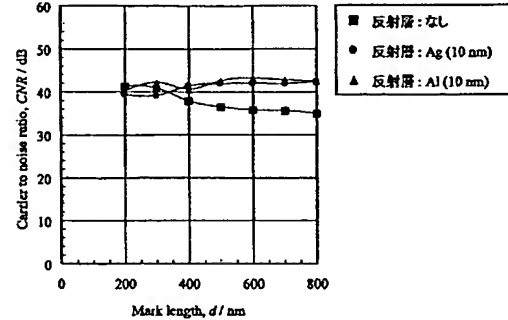
【図 11】



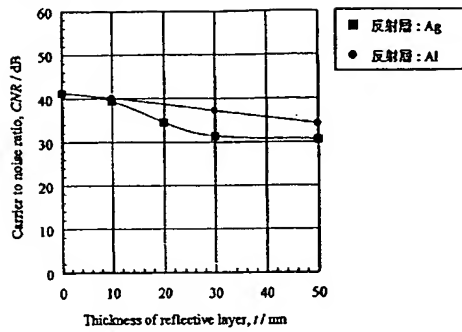
【図 10】



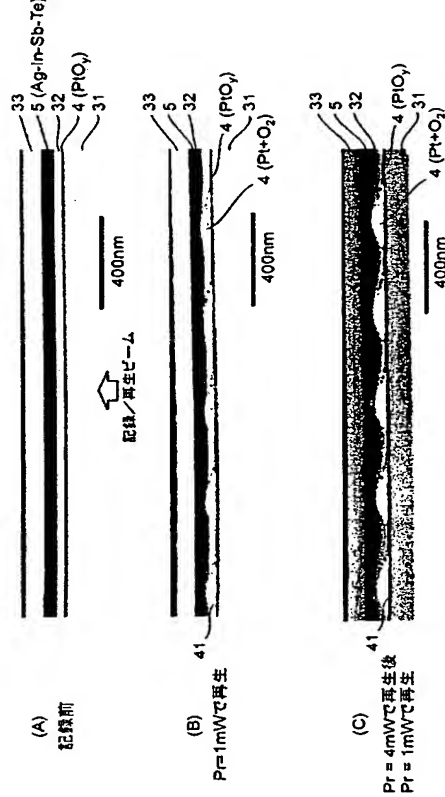
【図 12】



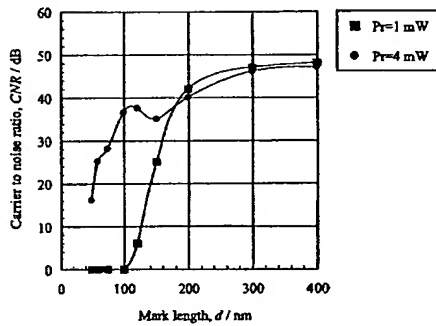
【図 13】



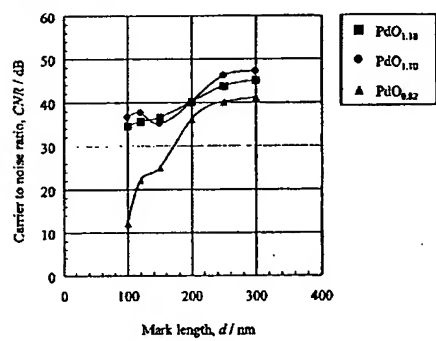
【図 14】



【図 15】



【図 16】



Best Available Copy

## フロントページの続き

(51)Int. Cl.<sup>7</sup>

F I

テーマコード (参考)

G 1 1 B 7/24 5 3 8 F  
B 4 1 M 5/26 X

(71)出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号

(74)代理人 100082865

弁理士 石井 陽一

(72)発明者 菊川 隆

東京都中央区日本橋一丁目 1 3 番 1 号 ティーディーケイ株式会社内

(72)発明者 富永 淳二

茨城県つくば市東 1 丁目 1 番 1 号 独立行政法人産業技術総合研究所つくばセンター内

(72)発明者 島 隆之

茨城県つくば市東 1 丁目 1 番 1 号 独立行政法人産業技術総合研究所つくばセンター内

(72)発明者 橘 昭弘

埼玉県鶴ヶ島市富士見 6 丁目 1 番 1 号 ハイオニア株式会社総合研究所内

(72)発明者 藤 寛

大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 シャープ株式会社内

(72)発明者 金 朱

茨城県つくば市東 1 丁目 1 番 1 号 三星電子株式会社内

F ターム(参考) 2H111 EA03 EA12 EA25 EA33 FA11 FA21 FA23 FB17 FB22 FB23  
FB25

5D029 JA01 JB25 JB31 JB46 JC02 LA11 LB02 LB03 LB04 MA02  
MA03 MA15 WA20 WC07 WD10